

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-283228

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G11B 5/66

識別記号

F I

G11B 5/66

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-79846

(22) 出願日 平成10年(1998)3月26日

(71) 出願人 000002004

昭和電工株式会社

東京都港区芝大門1丁目13番9号

(71) 出願人 390001421

学校法人早稲田大学

東京都新宿区戸塚町1丁目104番地

(72) 発明者 吉川 利彦

千葉県市原市八幡海岸通5-1 昭和電工株式会社HD研究開発センター内

(72) 発明者 坂脇 彰

千葉県市原市八幡海岸通5-1 昭和電工株式会社HD研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外9名)

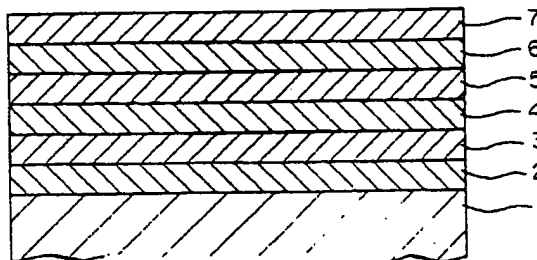
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 面内磁気記録媒体を使用する際に一般的に用いられている信号処理方法をそのまま適用可能であり、しかもノイズ特性に優れた磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 基板1上に、磁化容易軸が基板に対し面内方向に配向した面内磁性膜3と、磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜6を形成し、面内磁性膜3を垂直磁性膜6よりも基板1側に設け、面内磁性膜3と垂直磁性膜6の間に、分離膜4を設け、この分離膜4を、Ta、Re、CuTi、SiC、W、NiP、Zr、Ti、およびCのうち1種または2種以上を主成分とするものとする。



(2)

特開平11-283228

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、磁化容易軸が基板に対し面内方向に配向した面内磁性膜と、磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜を備え、面内磁性膜が垂直磁性膜よりも基板側に設けられ、面内磁性膜と垂直磁性膜の間に、分離膜が設けられ、この分離膜が、Ta、Re、CuTi、SiC、W、NiP、Zr、Ti、およびCのうち1種または2種以上を主成分とするものであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載の磁気記録媒体において、分離膜の膜厚は5～200Åであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1または2項記載の磁気記録媒体において、分離膜と垂直磁性膜の間に、hcp構造を有する非磁性中間層を設けたことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項1～3のうちいずれか1項記載の磁気記録媒体において、面内磁性膜と垂直磁性膜の離間距離が10～500Åであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1～4のうちいずれか1項記載の磁気記録媒体において、面内磁性膜の基板側に面内磁性膜下地膜が設けられ、この面内磁性膜下地膜が、Cr、またはCrにTi、Mo、W、Vのうち1種以上を添加した合金を主成分とするものであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項6】 請求項5記載の磁気記録媒体において、面内磁性膜が、Crの含有率が12～25at%、Ptの含有率が0～15at%、Taの含有率が1～10at%、Zr、Re、Cu、およびVのうち1種以上の含有率が0～10at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものであることを特徴とする磁気記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録媒体に関するものであり、特に、ノイズ特性に優れた磁気記録媒体に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】現在市販されている磁気記録媒体は、磁性膜内の磁化容易軸が主に基板に対し水平に配向した面内磁気記録媒体がほとんどである。このような面内磁気記録媒体では、高記録密度化するとビット体積が小さくなりすぎ、熱揺らぎ効果等により再生特性が悪化する可能性がある。また、高記録密度化した際に、磁化反転遷移領域の増大等により媒体ノイズが増加することがあることも知られている。これに対し、磁性膜内の磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した、いわゆる垂直磁気記録媒体は、高記録密度化した場合でも、急峻な磁化転移が形成され、記録密度が増大していくにつれ減磁界が小さ

くなり安定化するため低ノイズ化が可能であり、しかも比較的ビット体積が大きくても高記録密度化が可能であることから、近年大きな注目を集めている。しかしながら垂直磁気記録媒体は、再生波形が面内磁気記録媒体と異なる、すなわち孤立波形が単峰型とならずダイパルス波形を含むものとなるため、面内磁気記録媒体を使用する際に一般的に用いられている信号処理方法をそのまま適用するのは難しい。このため、面内磁性膜と垂直磁性膜の2つの膜を備え、面内磁気記録媒体に用いられるものと同じ信号処理法の使用を可能とした垂直面内複合型磁気記録媒体が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年では、磁気記録媒体の更なる高記録密度化が要望されており、これに伴いノイズ特性の向上が要求されてきている。しかしながら従来の磁気記録媒体では、そのノイズ特性が決して満足できるものでなく、よりノイズ特性に優れた磁気記録媒体が要望されていた。本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、面内磁気記録媒体を使用する際に一般的に用いられている信号処理方法をそのまま適用可能であり、しかもノイズ特性に優れた磁気記録媒体を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題は、基板上に、磁化容易軸が基板に対し面内方向に配向した面内磁性膜と、磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜を備え、面内磁性膜が垂直磁性膜よりも基板側に設けられ、面内磁性膜と垂直磁性膜の間に、分離膜が設けられ、この分離膜が、Ta、Re、CuTi、SiC、W、NiP、Zr、Ti、およびCのうち1種または2種以上を主成分とするものである磁気記録媒体によって解決される。分離膜の膜厚は5～200Åとするのが好ましい。また、分離膜と垂直磁性膜の間には、hcp構造を有する非磁性中間層を設けるのが好ましい。また、面内磁性膜の基板側には、面内磁性膜下地膜を設け、この面内磁性膜下地膜を、Cr、またはCrにTi、Mo、W、Vのうち1種以上を添加した合金を主成分とするものとするのが好ましい。面内磁性膜は、Crの含有率が12～25at%、Ptの含有率が0～15at%、Taの含有率が1～10at%、Zr、Re、Cu、およびVのうち1種以上の含有率が0～10at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものとするのが好ましい。

## 【0005】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の磁気記録媒体の一実施形態を示すもので、ここに示す磁気記録媒体は、基板1上に、面内磁性膜下地膜2、面内磁性膜3、分離膜4、非磁性中間層5、垂直磁性膜6、および保護膜7を順次形成してなるものである。基板1としては、NiPめっき膜を有するアルミニウム合金に加え、ガラス、

(3)

特開平11-283228

セラミックなどからなるものを用いることができる。また、基板1は、その表面にメカニカルテクスチャ処理などのテクスチャ処理を施したものとしてもよい。

【0006】面内磁性膜下地膜2は、面内磁性膜3内の結晶のc軸を面内方向に向けるためのもので、Cr、またはCrにTi、Mo、W、Vのうち1種以上を添加した合金を主成分とするものとするのが、面内磁性膜3の結晶配向性向上の観点から好ましい。特に、Cr、Cr/Ti系合金、Cr/Mo系合金、Cr/W系合金、またはCr/V系合金を用いるのが好適である。具体例としては、Ti、Mo、W、またはVの含有率が1~40at%であり、残部がCrからなるCr合金を挙げることができる。面内磁性膜下地膜2の厚さは、10~1000Åとするのが好ましい。なお本明細書において、主成分とは当該成分を50at%を超えて含むことを指す。

【0007】面内磁性膜3は、その磁化容易軸が主に面内方向を向いたものである。面内磁性膜3の材料の好適な具体例としては、Co/Cr系、Co/Cr/Ta系、Co/Cr/Pt/Ta系、Co/Cr/Ni/Pt/Ta系、Co/Cr/Pt/Ta/Zr系合金を挙げることができる。中でも特に、Crの含有率が12~25at%、Ptの含有率が0~15at%、Taの含有率が1~10at%、Zr、Re、Cu、およびVのうち1種以上の含有率が0~10at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものを用いるのが、この膜内の結晶配向性向上の観点から好ましい。面内磁性膜3の保磁力H<sub>c</sub>は、1500~4000Oeの範囲に設定するのが好ましい。また面内磁性膜3の残留磁化膜厚積B<sub>r</sub>Tは10~100Gμmとするのが好ましい。

【0008】分離膜4は、垂直磁性膜6の結晶のc軸を基板に対し垂直方向に向け配向性を良好なものとするためのもので、分離膜4の材料としては、Ta、Re、CuTi、SiC、W、NiP、Zr、Ti、およびCのうち1種または2種以上を主成分とするものを用いられる。なお、ここでいうCuTiとはCuおよびTiからなる合金を指す。またSiCとはSiおよびCからなる材料を指す。またNiPとはNiおよびPからなる合金を指す。

【0009】分離膜4の厚さは、5~200Åとするのが好ましい。この厚さが5Å未満であると、分離膜4上に形成される非磁性中間層5が、その成膜時において、面内方向の結晶配向性をもつ面内磁性膜3の影響を受けやすくなり、その結晶配向性が乱れ、非磁性中間層5上に形成される垂直磁性膜6の結晶配向性が乱れ、得られる磁気記録媒体の媒体ノイズが増加するおそれがある。また、分離膜4の厚さが200Åを越えると、面内磁性膜3と垂直磁性膜6の離間距離が大きくなり、短記録波長時における面内磁性膜3の記録特性が低下する。

【0010】非磁性中間層5は、垂直磁性膜6の結晶配

向性をさらに良好なものとするためのもので、hcp構造を有する非磁性材料が用いられ、Co/Cr系、Co/Cr/Ta系、Co/Cr/Pt/X系(X:Ta、Zr、Cu、Reのうち1種または2種以上)の合金を用いるのが好適である。特に、Crの含有率が25~50at%、Ptの含有率が0~15at%、Xの含有率が0~10at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものを用いるのが好ましい。非磁性中間層5は、単層構造としてもよいし、上記材料からなる複数の層が積層した多層構造としてもよい。

【0011】非磁性中間層5の厚さは、20~400Åとするのが好ましい。この厚さが20Å未満であると、非磁性中間層5上に垂直磁性膜6を形成する際、垂直磁性膜6の初期成長時においてその結晶配向性が乱れやすくなり、得られる磁気記録媒体の媒体ノイズが増加するおそれがある。また、この厚さが400Åを越えると、面内磁性膜3と垂直磁性膜6の離間距離が大きくなり、短記録波長時における面内磁性膜3の記録特性が低下する。

【0012】分離膜4と非磁性中間層5の合計膜厚、すなわち面内磁性膜3と垂直磁性膜6の離間距離は、10~500Åとするのが好ましい。この厚さが10Å未満であると、垂直磁性膜6の結晶配向性が乱れやすくなり、十分な保磁力が得られなくなるおそれがある。またこの厚さが500Åを越えると、面内磁性膜3と垂直磁性膜6の離間距離が大きくなり、短記録波長時における面内磁性膜3の記録特性が低下する。

【0013】垂直磁性膜6は、その磁化容易軸が基板に対し主に垂直方向に向いたものである。垂直磁性膜6の材料としては、Co/Cr系、Co/Cr/Ta系、Co/Cr/Pt/Ta系、Co/Cr/Ni/Pt/Ta系、Co/Cr/Pt/Ta/Zr系合金を用いることができる。中でも特に、Crの含有率が16~30at%、Ptの含有率が0~15at%、Taの含有率が2~10at%、Zrの含有率が0~5at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものを用いるのが好ましい。垂直磁性膜6の保磁力H<sub>c</sub>は、1500~4000Oeの範囲に設定するのが好ましい。また垂直磁性膜6の厚さは、100~1000Åとするのが好ましい。

【0014】保護膜7は、カーボンからなるものとするのが好ましい。保護膜7の厚さは、20~100Åとするのが好ましい。また、保護膜7上には、パーフルオロポリエーテル(PFPE)などからなる潤滑膜を形成することも可能である。

【0015】上記構成の磁気記録媒体を製造するには、まず、基板1上に、上記非磁性下地膜2ないし垂直磁性膜6をスパッタリング、真空蒸着、イオンプレATING、めっきなどの手法により形成する。続いて保護膜7を、スパッタリング、プラズマCVD法、イオンビーム

(4)

特開平11-283228

法等により形成する。また、保護膜7上に潤滑膜を形成するには、ディッピング法などを採用することができる。

【0016】上記構成の磁気記録媒体にあっては、面内磁性膜3と垂直磁性膜6の間に分離膜4を設け、この分離膜4を、Ta、Re、CuTi、SiC、W、NiP、Zr、Ti、およびCのうち1種または2種以上を主成分とするものとしたので、分離膜4上に形成される非磁性中間層5および垂直磁性膜6の垂直方向の配向性を向上させ、垂直磁性膜6の磁気異方性を高め、媒体ノイズを低下させることができる。

【0017】分離膜4を、上記材料からなるものとすることによって垂直磁性膜6の磁気異方性を向上させることができる理由は明らかでないが、これには次のようなメカニズムが関与していると考えられる。すなわち、分離膜4の材料としてSiC、NiP、Cを用いた場合には、ダングリングボンド、すなわち分離膜4の表面または内部の格子欠陥の周囲の原子群が担う不飽和結合が、分離膜4と、その上に形成される非磁性中間層5の間の結合力を高め、これによって非磁性中間層5の初期成長時における結晶配向性が向上し、非磁性中間層5が垂直方向の結晶配向性に優れたものとなり、その結果、非磁性中間層5上に形成される垂直磁性膜6の磁気異方性が向上する。また、これらの材料は面内磁性膜3に対し非エピタキシャル的に成長することが可能な材料であるため、面内異方性を有する面内磁性膜3の影響による非磁性中間層5および垂直磁性膜6の配向性の乱れが起りにくい。

【0018】また、分離膜4の材料としてTa、Re、W、CuTi、Ti、Zrを用いた場合には、これらの材料の表面自由エネルギーが非磁性中間層5の構成材料（例えばCo合金）の表面自由エネルギーより高いため、非磁性中間層5がその成膜時において（002）配向しやすくなる。これは、分離膜4に接する非磁性中間層5が（002）配向した場合に、分離膜4と非磁性中間層5の界面におけるトータルの表面エネルギーが最小となるためである。非磁性中間層5の配向性が向上することにより、これに対しエピタキシャル成長する垂直磁性膜6の配向性も向上する。また、これらの材料は面内磁性膜3に対し非エピタキシャル的に成長することが可能な材料であるため、面内異方性を有する面内磁性膜3の影響による非磁性中間層5および垂直磁性膜6の配向性の乱れが起りにくい。以上のようなメカニズムによって垂直磁性膜6の磁気異方性が高められていると考えられることができる。

【0019】また、面内磁性膜下地膜2を、Cr、また

はCrにTi、Mo、W、Vのうち1種以上を添加した合金からなるものとし、面内磁性膜3を、Crの含有率が12～25at%、Ptの含有率が0～15at%、Taの含有率が1～10at%、Zr、Re、Cu、およびVのうち1種以上の含有率が0～10at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものとする。ことによって、面内磁性膜3の結晶配向性を良好なものとし、得られる磁気記録媒体の媒体ノイズを低下させることができる。

【0020】また、この分離膜4と垂直磁性膜6の間に、hcp構造を有する非磁性中間層5を設けることによって、同じくhcp構造を有するCo合金等からなる垂直磁性膜6の初期成長時の配向性の乱れを防ぎ、その磁気異方性を高め、媒体ノイズを低下させることができる。

【0021】

【実施例】（試験例1～17）表面にNiPめっき膜（厚さ15 $\mu$ m）を形成したアルミニウム合金基板（直径84mm、厚さ0.8mm）の表面に、表面平均粗さRaが15 $\text{\AA}$ となるようにメカニカルテクスチャ加工を施した後、この基板1をDCマグネトロンスパッタ装置（アネルバ社製3010）のチャンバ内にセットした。チャンバ内を真空到達度 $2 \times 10^{-7}$ Paとなるまで排気し、基板1を200℃まで加熱した後、この基板1上に、面内磁性膜下地膜2（厚さ200 $\text{\AA}$ ）、面内磁性膜3、分離膜4、Co-40at%Cr（Co40Cr）からなる非磁性中間層5、Co-18at%Cr-6at%Pt-3at%Ta（Co18Cr6Pt3Ta）からなる垂直磁性膜6を順次スパッタリングにより形成した。垂直磁性膜6上には、引続き、厚さ100 $\text{\AA}$ のカーボン保護膜を形成し、次いで、このカーボン保護膜上に潤滑剤を塗布し、PFPEからなる潤滑膜（厚さ20 $\text{\AA}$ ）を形成し、磁気記録媒体を得た。

【0022】（試験例18、19）分離膜4、または非磁性中間層5を設けないこと以外は試験例1～17と同様に磁気記録媒体を作製した。

【0023】上記各試験例の磁気記録媒体の静磁気特性を振動式磁気特性測定装置（VSM）を用いて測定した。また、これら磁気記録媒体の記録再生特性を、再生部に磁気抵抗（MR）素子を有する複合型薄膜磁気ヘッドを用い、線記録密度240kFCIにて測定した。測定結果を表1に示す。SNR（Signal Noise Ratio）を測定する際には、孤立波を測定対象として信号量（Signal）を測定した。

【0024】

【表1】

(5)

特開平11-283228

	面内磁性膜 下地膜		面内磁性膜		分離膜		非磁性中間層		垂直磁性膜		再生特性	
	組成	組成	B r T (G <sub>pm</sub> )	H c (Oe)	組成	厚さ (Å)	組成	厚さ (Å)	組成	厚さ (Å)		
試験例1	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	C	20	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2550	14.8
試験例2	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	C	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2670	15.3
試験例3	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	Ta	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2150	14.3
試験例4	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	Ta	100	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2245	14.6
試験例5	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	NiP	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	1950	14.3
試験例6	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	W	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2315	14.9
試験例7	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	Re	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2435	15.4
試験例8	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	CuTi	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2050	14.4
試験例9	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	SiC	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2250	14.8
試験例10	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	Ti	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2450	14.7
試験例11	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	Zr	50	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2350	15.0
試験例12	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	C	2	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	780	11.0
試験例13	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	W	300	Co40Cr	400	Co18Cr6Pt3Ta	500	2350	13.9
試験例14	Cr15Ti3Mo	Co18Cr5Pt2Ta2Zr	50	2200	C	20	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2720	15.9
試験例15	Cr15W	Co20Cr8Pt1Ta3Zr	50	2000	C	20	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2820	16.1
試験例16	Cr15V	Co17Cr8Pt3Ta	50	1900	C	20	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2650	15.4
試験例17	Cr4Ti	Co19Cr6Pt2Ta2Re	50	2000	C	20	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	2520	15.6
試験例18	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	—	—	Co40Cr	200	Co18Cr6Pt3Ta	500	435	10.3
試験例19	Cr	Co17Cr5Ta	50	1800	C	20	—	—	Co18Cr6Pt3Ta	500	1850	12.6

【0025】表1より、分離膜4を設け、これをTa、Re、CuTi、SiC、W、NiP、Zr、Ti、またはCからなるものとした磁気記録媒体は、ノイズ特性に優れたものとなったことがわかる。また、分離膜4の厚さを300Åとした試験例12の磁気記録媒体は、再生時の孤立波形がわずかにダイパルス波形を含むものとなったが、他の試験例のものについては単峰型の孤立波形が得られた。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の磁気記録

媒体にあっては、汎用の面内磁気記録媒体を再生する際に用いられる信号処理法の適用が可能となり、しかもノイズ特性に優れたものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の磁気記録媒体の一実施形態を示す一部断面図である。

【符号の説明】

1…基板、2…面内磁性膜下地膜、3…面内磁性膜、4…分離膜

5…非磁性中間層、6…垂直磁性膜